

SEMI F20-0706^E (Reapproved 0611)

高純度および超高純度の半導体製造アプリケーションで使用される 汎用コンポーネント用の 316L ステンレス鋼の棒鋼, 鍛造品, 押出成形品, 鋼板, 鋼管の仕様

NOTICE: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

免責事項: この SEMI スタンドダードは、投票により作成された英語版が正式なものであり、日本語版は日本の利用者各位の便宜のために作成したものです。万が一英語と日本語とに差異がある場合には英語版記載内容が優先されます。

SEMI スタンドダード日本語翻訳版をご利用にあたっての注釈を本文の末尾に記載しております(「すべきである」「しなければならない」について等)。

本スタンダードは、global Gases Committee で技術的に承認されている。現版は 2011 年 5 月 13 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2011 年 6 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 1995 年発行。前版は 2006 年 7 月発行。

1 目的

1.1 本仕様の目的は、汎用や高純度、超高純度の化学物質（気体または液体）分配システム用コンポーネントを製造するために用いられる 316L ステンレス鋼に必要な冶金学的清浄度に関する要求条件および材料組成を定義することである。

2 範囲

2.1 本仕様は、半導体製造設備で使用される汎用および高純度の化学物質（気体または液体）分配システムコンポーネントを製造するために用いられる 316L ステンレス鋼に対する要求条件を、定義する。316L 鋼は、棒鋼や鍛造品、押出成形品については ASTM A276 に定義され、鋼板については ASTM A240 に定義され、鋼管については ASTM A269 および A632 に定義されるものである。

注意: このスタンダードおよび安全ガイドラインはその使用に関連した全ての安全上の問題を取り扱うことを意図していない。この文書の使用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事項を決定し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

3 参照スタンダードおよび文書

3.1 ASTM スタンドダード¹

ASTM A182/A182M — Specification for Forged or Rolled Alloy-Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High Temperature Service

ASTM A240/A240M — Specification for Heat-Resisting Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels

ASTM A262 — Practices for Determining Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels

¹ ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA; Telephone: +1.610.832.9585, Fax: +1.610.832.9555, <http://www.astm.org>

ASTM A269 — Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service

ASTM A276 — Specification for Stainless and Heat-Resisting Steel Bars and Shapes

ASTM A479/A479M — Specification for Stainless and Heat Resisting Steel Bars and Shapes for Use in Boilers and Other Pressure Vessels

ASTM A480/A480M — Specification for General Requirements for Flat-Rolled Stainless and Heat-Resisting Steel Plate, Sheet and Strip

ASTM A484/A484M — Specification for General Requirements for Stainless and Heat-Resisting Wrought Steel Products (Except Wire)

ASTM A632 — Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing (Small-Diameter) for General Service

ASTM A751 — Test Methods, Practices and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products

ASTM E45 — Recommended Practice for Determining the Inclusion Content of Steel

ASTM E112 — Test Methods for Determining Average Grain Size

注意： 別途指示のない場合、引用された全ての文書は最新版を指す。

4 用語

4.1 定義

4.1.1 介在物 (*inclusion*) — 金属内に含まれる内在的あるいは外部からの物質。通常は、酸化物、アルミナ、硫化物、珪酸塩等の非金属化合物の粒子のことをいう。

4.1.2 グレード (*Grades*)

4.1.2.1 汎用 (*GP*) グレード (*General Purpose [GP] Grade*) — 半導体製造設備の化学物質分配システムで使用され、清浄度に対する要求条件が厳しくないコンポーネント用。その例として、クリーンドライエアおよび真空引きのラインがある。

4.1.2.2 高純度 (*HP*) グレード (*High Purity [HP] Grade*) — 半導体製造設備の高性能の化学物質分配システムで 사용되는コンポーネント用。

4.1.2.3 超高純度 (*UHP*) グレード (*Ultra High Purity [UHP] Grade*) — 半導体製造設備の先端的な化学物質分配システムで使用するコンポーネント用であって、重要なプロセス用化学物質おける最適な耐食性およびその汚染に対する高い耐久性が要求される。

5 発注情報

5.1 本仕様に従った棒鋼や鍛造品、押出成形品、鋼板、管材製品の発注書には以下の項目を記載しなければならない。

5.1.1 グレード — 半汎用や高純度、超高純度。

5.1.2 量 (キログラム, ポンド, メートル, インチ, フィート)

5.1.3 断面記述 (円形, 正方形, 六角形, その他, または詳細な図面)

5.1.4 寸法 (公称径, または押出材の図面に含まれない形状寸法)

5.1.5 (管材の) 肉厚

5.1.6 (規定の, または任意の) 長さ

5.1.7 本仕様の番号の参照

5.1.8 溶解プロセスや精錬プロセス等の特別および／または補足の要求条件があれば、その要求条件。

6 要求条件

6.1 一般

6.1.1 本仕様に従って供給される棒材、鍛造品、押出成形品は、ASTM A182/A182M, ASTM A276, ASTM A479/A479M, ASTM A484/A484M, および本仕様の追加要求条件に適合しなければならない。

6.1.2 本仕様に従って供給される鋼板は、ASTM A240, A480/A480M, および本仕様の追加要求条件に適合しなければならない。

6.1.3 本仕様により仕上げられた鋼管は、ASTM A269 または A632 の要求条件および本仕様の追加要求条件に適合しなければならない。

6.1.4 本仕様の要求条件が参照される仕様と矛盾する場合は、本仕様の要求条件が優先される。

6.2 製造

6.2.1 製造に用いられるステンレス鋼のビレット材は、本仕様の組成および冶金学的要求条件に適合するために必要な溶解プロセス、鋳造プロセス、精錬プロセスによって製造しなければならない。

6.2.2 ¶ 6.4.1 の結晶粒度に関する要求条件を達成するため使用される焼鈍温度は、最低 982°C (1800°F) でなければならない。

6.3 組成

6.3.1 材料は 316L ステンレス鋼でなければならない。本仕様に記述のないものは、ASTM A182/A182M の表 1, ASTM A182/A182M, ASTM A240, ASTM A269, ASTM A276, ASTM A479/A479M, ASTM A632 に規定される。

6.3.2 汎用グレードの材料は、ASTM A269 および ASTM A632 に従った組成でなければならない。ただし、例外として、硫黄含有量は最大で 0.012% に制限されていなければならない。

6.3.3 高純度および超高純度のグレードの組成に関する追加の要求条件を表 1 に示す。

表 1 組成に関する追加要求条件

元素	範囲 – Wt %
炭素 Carbon	最大 0.030
硫黄 Sulfur	最大 0.010
マンガン Manganese	最大 1.5
銅 Copper	最大 0.30 ^{注1}
ニオブ Niobium	最大 0.05
アルミニウム Aluminium	最大 0.01
カルシウム Calcium	最大 0.02
チタン Titanium	最大 0.02
セレン Selenium	最大 0.02

注1 さらに高レベルの銅を使用する場合、ユーザとサプライヤの間で合意しなければならない。

6.3.4 付属書 1 で説明しているように、溶接に対する硫黄含有量の影響は重大である。

6.3.5 付属書 2 では、溶接に関する銅含有量の影響を説明している。

6.3.6 適切な ASTM 文書およびこの文書で指定されている材料成分の最小値または最大値から外れることは購入者の承認なしには許されない。

6.4 冶金学的事項

6.4.1 ASTM E112 による結晶粒度は、公称径 3 インチ以下の熱間仕上げまたは冷間仕上げの製品、管材については 5 より細粒、3 インチ以上の材料については 3 より細粒の結晶粒度でなければならない。これらの要求事項は、ユーザとサプライヤの間の合意に従い変更してもよい。平鋼および角鋼の結晶粒度については、ユーザとサプライヤの間で合意しなければならない。

6.4.2 材料の介在物の含有量は、ASTM E45 の方法 A のプレート III に従って材料ヒートの代表サンプルから決定しなければならない。ビレット段階での最大許容 JK 等級は表 2 に示すとおりである。

表 2 最大 JK 介在物等級

タイプ	汎用グレード		高純度グレード		超高純度グレード	
	Thin	Heavy	Thin	Heavy	Thin	Heavy
A	2.5	1.0	2.0	1.0	1.5	1.0
B	2.5	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0
C	2.5	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0
D	2.5	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0

6.4.3 材料は、ASTM A262 の手順 E で指定されている粒界腐食試験に適合しなければならない。この要求条件は、鋭敏化条件 (677°C [1250°F] で 1 時間) で適用しなければならない。

7 証明書

7.1 出荷時に材料試験報告書の証明済みのコピーを提出しなければならない。材料試験報告書には、次の事項を記載しなければならない。

7.1.1 成分分析結果。ここには本仕様によって規定する必要があるすべての元素を含めること。そして、ASTM A751 に従って作成すること。

7.1.2 結晶粒度

7.1.3 介在物含有量の JK 等級

7.1.4 機械的性質

8 製品ラベリング

8.1 材料は、次の情報によって識別しなければならない。

8.1.1 製造者名

8.1.2 購入者名および注文番号

8.1.3 ASTM 仕様番号

8.1.4 本仕様の番号

8.1.5 ヒート番号

8.1.6 材料タイプ (つまり, 316L)

APPENDIX 1 付属書 1

316L ステンレス鋼の GTA 溶接に関する硫黄の影響

注意: 本付属書内資料は SEMI F20 の公式な一部であり、完全な投票手続きによって承認された。

A1-1 硫黄の影響

A1-1.1 AISI 316L オーステナイト系ステンレス鋼は、半導体製造用のガス供給システムのコンポーネントに望ましい材料である。ASTM A182/A182M, ASTM A240, ASTM A269, ASTM A276, ASTM A479/A479M, ASTM A632 の表 1 で指定されている 316L の成分には、最大で 0.030% の硫黄が含まれているが、316L の製造や用途に影響するいくつかの性質はこの範囲の硫黄含有量の範囲にわたり大きく変化することがある。従って、SEMI F20 では、¶ 6.3.2 および ¶ 6.3.3 の表 1 にリストアップされているように、硫黄の最大値は低く指定されている。

A1-1.2 オーステナイト系ステンレス鋼での硫黄の溶解度は非常に低いので、これらの合金では硫化マンガンの不連続な介在物として存在し、クロムやその他の微量元素もいくらかの溶解度を有する。これらの介在物は電解研磨された表面にピットやその他の欠陥を生成し、硫黄の含有量が増加するとその数が増える。

A1-1.3 硫化マンガンの介在物はステンレス鋼の切削性を向上させるので、切削する場合には、硫黄成分は最大 0.030% 近いが、硫黄のレベルが非常に低いステンレス鋼では部材の送りや加工速度を遅くする必要があり、切削時の工具の寿命が短くなる。

A1-1.4 硫黄は、ステンレス鋼の溶接に大きく影響し、硫黄を非常に低い含有量から許容最大含有量まで変化させると、同じ溶接パラメータで溶接ビードの溶込みが約 2 倍増加する。

A1-1.5 硫黄の影響を表 A1-1 にまとめた。

A1-2 硫黄の溶接に対する影響

A1-2.1 硫黄レベルを変化させて溶接すると 2 つの影響が観察される。

A1-2.1.1 硫黄を減少させると、完全溶込みに必要な入熱が増加する。

A1-2.1.2 硫黄を約 0.005% 未満に減少させると、溶融池の挙動が大きく変化し、溶融池は広く浅くなる。²

表 A1-1 – オーステナイト系ステンレス鋼での硫黄の影響

硫黄をゼロから最大許容値の 0.030% に増加させた場合	
影響	結果
切削性の向上	切削加工部品の加工コストが低下。
介在物の密度が上昇	表面のピット、ストリング、その他の欠陥が増加。 特に端部に現れた結晶粒で耐食性が低下。
溶接の溶込みが増加	ロットが変わると溶接の設定を再設定しなければならない。 硫黄含有量が異なる材料の溶接では問題発生。
凝固温度範囲が拡大	溶接部内の偏析が増加。 溶接ビード表面粗さが増大。

² Watanabe, K. and Masuda, K. *Effects of Residual and Micro-Alloying Elements on Welding of Stainless Steel; Part 1: Effects on weld pool behavior by GTAW*, IIW Doc. IX-1837-96, International Institute of Welding (1996): p. 17 (Literature review).